

Revue suisse Zool.	Tome 92	Fasc. 4	p. 803-810	Genève, décembre 1985
--------------------	---------	---------	------------	-----------------------

Mobilität individuell markierter *Colias palaeno europome* (Lepidoptera, Pieridae) in einem inselartig zersplitterten Areal¹

von

J. RÜETSCHI* und A. SCHOLL*

Mit 2 Abbildungen und 5 Tabellen

ABSTRACT

Movements of individually marked *Colias palaeno europome* (Lepidoptera, Pieridae) in a habitat consisting of insularlike subsites. — In an upland highmoor habitat consisting of eight insularlike subsites, movements of *Colias palaeno europome* were investigated using individually marked adults. Out of 420 marked butterflies 272 were recaptured (recaptures in males 68%, in females 59%). On the whole they were found within a radius of 1.2 km from the marking point. The number of butterflies leaving a particular subsite depended on its size and vegetation. It varied between 30% and 100%, high values were observed in small or densely wooded areas. Males dispersed predominantly at the beginning, females in the middle of their flying period. In both sexes the span between first and last capture was about eight days.

EINLEITUNG

Mit dem Rückgang der Hochmoore in der Schweiz sind viele Schmetterlingsarten, die an dieses Habitat gebunden sind, selten geworden. Dazu gehört der Hochmoorgelbling, *Colias palaeno*, dessen Unterart *europome* nur auf den Hochmooren Mitteleuropas vorkommt. Die Bindung an das Habitat ist durch die Futterpflanze *Vaccinium uliginosum* bedingt, die in tieferen Lagen auf oligotrophe Moore beschränkt ist. FOLTIN (1955) stellt zudem eine Abhängigkeit vom Eigenklima der Hochmoore zur Diskussion.

¹ Poster vorgelegt an der Jahresversammlung der SZG am 1./2.3.1985 in Genf.

* Zoologisches Institut der Universität, Baltzerstrasse 3, CH-3012 Bern Schwei

C.p. europome fliegt in einer Generation, Flugzeit je nach Höhenlage und Frühjahrswitterung von Ende Mai bis Ende Juli (FOLTIN 1955). Über die Vagilität liegen widersprüchliche Angaben vor. BERTSCH (1921) und FOLTIN (1955) beobachteten übereinstimmend, dass *C. palaeno* nur selten das eigentliche Moorgebiet verlässt, während nach MARSCHNER (1921) Falter auch auf kultivierten Böden weit weg vom Hochmoor angetroffen werden.

GEIGER (1982) fand mittels enzymelektrophoretischer Untersuchungsmethoden hoch signifikante Unterschiede in den Allelfrequenzen von Lokalpopulationen, selbst wenn diese nur durch wenige hundert Meter Kulturland getrennt waren. Er schloss daraus, dass *C.p. europome* dort kleine Lokalpopulationen bildet, die untereinander nur geringen Kontakt haben und dass vermutlich Founder-Effekte beim Zustandekommen der unterschiedlichen Allelfrequenzen eine wichtige Rolle spielen.

In der vorliegenden Untersuchung werden durch Beobachtung individuell markierter Falter Ortstreue und Gebietswechsel in den einzelnen Teilen eines inselartigen Hochmoors verglichen.

MATERIAL UND METHODE

Die Untersuchungen wurden 1983 durchgeführt, in einem für die Entwicklung der Falterpopulation witterungsmässig wohl optimalen Jahr. Das Untersuchungsgebiet im Tal von La Brévine ist ein ursprünglich grosses Hochmoor, das durch Abtorfung in verschiedenen strukturierte Teilgebiete zersplittert ist, die einzeln 10 ha Grösse nicht überschreiten (Abb. 1). Zwischen den Teilgebieten liegen extensiv genutzte Mähwiesen.

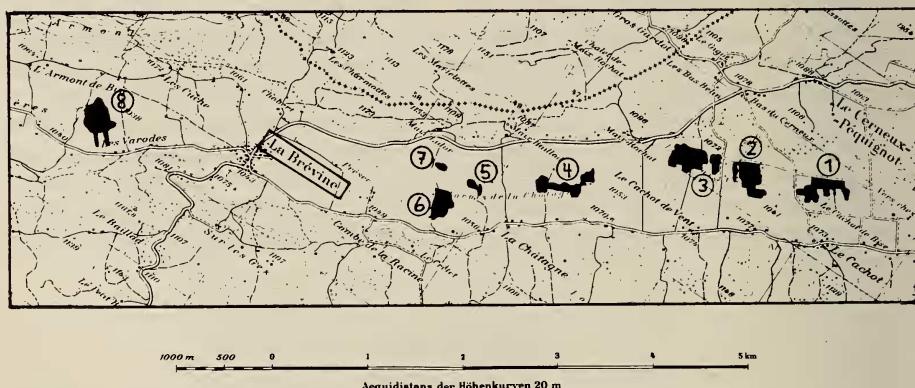


ABB. 1

Die untersuchten Moore im Tal von La Brévine. (Reproduziert mit Bewilligung des Bundesamtes für Landestopographie vom 1.4.1985.) 1 bis 8 = Teilgebiete.

Markierung und Vorgehen wurden analog GEIGER & SCHOLL (1981) durchgeführt. Um einem eventuellen Fangtrauma (WATT *et al.* 1977) vorzubeugen, wurden die Falter vor dem Freilassen während etwa zehn Minuten in einer Kühltasche aufbewahrt.

Die einzelnen Fangtage und die besuchten Teilgebiete sind in Tab. 1 dargestellt. In den grossen Teilgebieten 1 bis 3 wurden die Falter mindestens zweimal wöchentlich gefangen, in den kleineren Gebieten 4 bis 7 einmal pro Woche und in Gebiet 8 nur zweimal. In den Gebieten 1 und 3 konnten aus verschiedenen Gründen nicht an jedem Untersuchungstag alle fliegenden Falter gefangen werden.

ERGEBNISSE

VERLAUF DER MARKIERUNGEN

Am 4. Juli, dem ersten Untersuchungstag, konnten aus Witterungsgründen nur zwei Teilgebiete besucht werden. Am 8. Juli wurden bereits sehr viele Falter gefangen und markiert (Tab. 1). Diese Höchstzahlen wurden in den einzelnen Teilgebieten bis am 22. Juli beobachtet. Nachher gingen die Zahlen deutlich zurück. Ende Juli flogen nur noch einzelne Falter.

TAB. 1

Fangtage, Anzahl gefangener Falter in den Teilgebieten und Geschlechtsverhältnis.

— das genannte Teilgebiet wurde an diesem Tag nicht besucht

0) keine vollständige Fangprobe

Hochzahlen = Zweitbeobachtungen (am gleichen Tag bereits in andern Teilgebieten gefangene Falter).

Teilgebiet	- JULI -																				- AUGUST -				
	4.	8.	10.	11.	12.	13.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	25.	26.	27.	28.	30.	1.	4.	5.			
1	12	47	40	—	40	(4)	(8)	53	—	14	42	(3)	—	19	23	(2 ¹)	20	—	6	—	1	1			
2	5	14	2	16 ⁴	—	18	—	18 ¹	—	—	7	—	—	7	4	3	0 ¹	4	0	0	—	—			
3	—	19	22	56 ²	51 ³	38 ⁵	44	27 ¹	50	11	(3)	(6)	55 ¹	56 ²	14	23	—	9	3	2	—	—			
4	—	19	—	13	—	—	—	—	—	15	—	—	14	—	—	5	—	2	1	—	—	—			
5	—	—	—	1	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	0	—	—	—	0	—	—	—			
6	—	5	—	—	—	—	1	—	—	4	—	—	—	—	3	—	—	—	1	—	—	—			
8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
Total	17	104	64	86	91	60	53	98	50	46	53	9	73	82	44	33	20	15	11	2	1	1			
Anteil Weibchen	0	9	8	11	20	7	16	31	16	14	16	3	27	28	20	18	11	7	10	2	1	1			
Weibchen in %	0	9	13	13	22	12	30	32	32	30	30	33	37	34	46	55	55	47	91	100	100	100			

Die meisten Falter wurden in den grossen Teilgebieten 1 und 3 gefangen; im ebenfalls grossen Teilgebiet 2 waren es nie mehr als 18 Tiere. In den anderen Mooren konnte nur im Teilgebiet 4 eine grössere Zahl von Faltern gefangen werden. In Teilgebiet 7 wurde nie ein *C.p. europome* gesehen, deshalb ist es in den Tabellen 1 und 2 nicht aufgeführt.

In den Fangproben ist der Anteil der Weibchen anfangs klein, steigt aber kontinuierlich an. Ab Anfang August wurden nur noch Weibchen beobachtet.

WIEDERFÄNGE MARKIERTER FALTER

Unter den markierten Faltern betrug das Geschlechtsverhältnis etwa 2:1 zugunsten der Männchen (Tab. 2). Bei beiden Geschlechtern wurden etwa zwei Drittel der Falter wiedergefangen. Die Wiederfangrate in den Mooren 1 bis 3 war höher als in den Mooren 4 bis 8; das liegt zum Teil daran, dass die erstgenannten häufiger besucht wurden. Unter Einbezug der mehrfachen Wiederfänge wurden die Männchen häufiger wiederbeobachtet ($\chi^2 = 24.8$, $P < 0.1\%$). Dies kann verschiedene Ursachen haben: unterschiedliches Verhalten, kleinere Aktionsdistanzen, eine längere Lebensdauer oder eine Kombination dieser Ursachen.

TAB. 2

Anzahl markierter und wiedergefundener Falter in den acht Teilgebieten.

Teilgebiet	markiert		Wiederfunde		mehrfache Wiederfunde	
	♂	♀	♂	♀	♂	♀
1	90	52	64 (71%)	31 (60%)	42 (47%)	9 (17%)
2	36	8	23 (64%)	4 (50%)	16 (44%)	3 (38%)
3	111	64	85 (77%)	41 (64%)	65 (59%)	20 (31%)
4	29	13	13 (45%)	6 (46%)	9 (31%)	1 (8%)
5	1	0	0 (0%)	0	0 (0%)	0
6	8	2	2 (25%)	1 (50%)	1 (13%)	0 (0%)
8	3	2	1 (33%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
Total	278	141	188 (68%)	83 (59%)	133 (48%)	33 (23%)

Geschlechtsunterschiede im Verhalten bestanden insofern, als die Männchen meist gradlinig über die ausgedehnten Bestände an *V. uliginosum* flogen und von weitem auffielen. Die Weibchen hingegen zeigten besonders bei der Eiablage einen charakteristischen Flug über die Futterpflanzen: ihre Geschwindigkeit war klein, sie flogen in Kurven um grössere Sträucher der Moorbeere, setzten sich kurz nieder zur Eiablage und flogen auf dieselbe Art weiter. Infolge dieses andersartigen Fluges waren die Weibchen weniger auffällig und wurden mit der Wiederfangmethode schlechter erfasst. Dies äussert sich auch darin, dass bis gegen Ende Juli noch hohe Anteile nicht markierter Weibchen auftraten, während bei den Männchen schon ab Mitte Juli fast alle Tiere markiert waren.

Auf geringere Aktionsdistanzen der Männchen ergeben sich keine Hinweise (Tab. 3), die Männchen wurden im Gegenteil sogar häufiger in einem anderen Teilgebiet (Distanz > 300 m) wiedergefunden als die Weibchen ($\chi^2 = 8.52$, $P < 1\%$). Sechs Männchen flogen weiter als 1200 m, eine Distanz, die grösser ist als die Entfernung der Teilgebiete 1 bis 3 von den Teilgebieten 4 bis 7 und 8 (Abb. 1). Die grösste beobachtete Distanz vom Markierungsort betrug 6500 m. Nur bei einem Weibchen konnte eine Distanz von mehr als 1200 m festgestellt werden, nämlich 2500 m.

TAB. 3

Maximale Distanzen der wiedergefundenen Falter vom Markierungsort.

	Maximale Distanz vom Markierungsort			Total
	bis 300 m	1200 m	6500 m	
Männchen	95 (51%)	86 (46%)	6 (3%)	187
Weibchen	58 (70%)	24 (29%)	1 (1%)	83

Aus Abbildung 2 ist ersichtlich, dass die Zeit zwischen Markierung und letztem Wiederfang im Mittel für beide Geschlechter etwa gleich ist. Das deutet darauf hin, dass sich die Lebensdauer von Männchen und Weibchen nicht wesentlich unterscheidet.

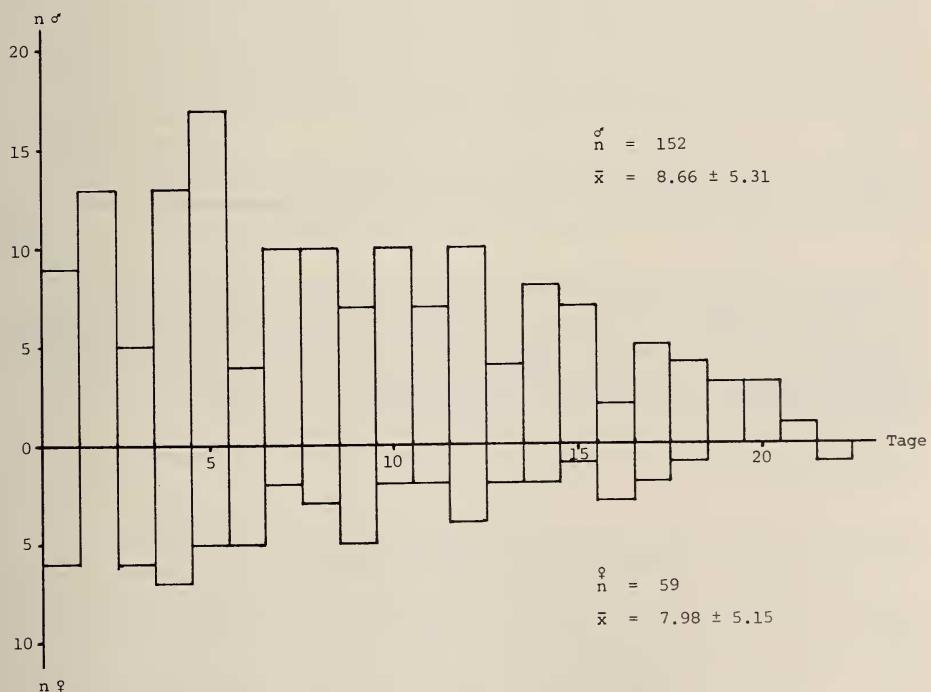


ABB. 2

Häufigkeitsverteilung der wiedergefundenen Falter, bezogen auf die Dauer zwischen Markierung und letztem Wiederfang. (Es wurden die zwischen dem 4. und 15. Juli markierten Männchen und die zwischen dem 8. und 19. Juli markierten Weibchen in den Teilgebieten 1 bis 3 berücksichtigt.)

GEBIETSWECHSEL

Die einzelnen Teilgebiete wurden unterschiedlich häufig verlassen (Tab. 4). In Teilgebiet 3 blieben bei beiden Geschlechtern mehr als zwei Drittel der markierten Falter. In den Teilgebieten 1 und 4 zeigten die Weibchen eine ähnlich hohe Gebietstreue, jedoch wanderten mehr als die Hälfte der Männchen aus. Beinahe sämtliche im Teilgebiet 2 markierten Falter verließen dieses Moor.

TAB. 4

Anzahl Gebietswechsel in den Teilgebieten 1 bis 4.

Teilgebiet	Geschlecht	kein Gebietswechsel	Gebietswechsel
1	♂	30 (47%)	34 (53%)
	♀	24 (77%)	7 (23%)
2	♂	1 (4%)	22 (96%)
	♀	0 (0%)	4 (100%)
3	♂	57 (68%)	27 (32%)
	♀	29 (71%)	12 (29%)
4	♂	5 (38%)	8 (62%)
	♀	5 (83%)	1 (17%)

Tabelle 5 zeigt, dass bei den Männchen Wechsel der Teilgebiete während der ganzen Flugzeit vorkamen; die meisten vollzogen sie bis am 18. Juli. Nachher sank der Anteil der Männchen, die das Moor wechselten, signifikant ($\chi^2_{(1)} = 9.12$, $P < 1\%$). Die Weibchen wechselten die Teilgebiete von der zweiten bis zur vierten Flugwoche. Am Anfang und am Schluss der Flugzeit wurde bei ihnen kein Gebietswechsel beobachtet.

TAB. 5

Gebietswechsel während der Untersuchungszeit.

	4.7. - 11.7.	11.7. - 18.7.	18.7. - 25.7.	25.7. - 1.8.	1.8. - 7.8.
gefangene Falter					
Männchen	244 34 (14%)	370 105 (28%)	200 34 (17%)	57 5 (9%)	0 0 -
Weibchen	28 0 (0%)	115 18 (16%)	109 20 (18%)	68 9 (13%)	4 0 (0%)
gef. Falter	♂: 4, ♀: 3	7	6	6	3

DISKUSSION

C.p. europome ist ein kräftiger Falter, der grosse Strecken zurücklegen könnte. Anhand der Wiederfunde markierter Falter zeigte sich aber, dass sie meist in einem Umkreis von 300 m oder weniger wiedergefunden werden. Die beobachteten Flugdistanzen sind vergleichbar mit denjenigen, die WATT *et al.* (1977) bei den amerikanischen Arten *Colias meadii* und *C. alexandra* feststellten.

Die einzelnen Teilgebiete wurden verschieden häufig verlassen. Der Grad der Ortstreue, resp. die Häufigkeit der Gebietswechsel kann ein Mass für die Eignung eines Habitats sein. So wurden Tiere, die in den wenig bewaldeten und grossen Teilgebieten 1 und 3 markiert worden waren, meist im selben Gebiet wiedergefangen. Hingegen flogen fast alle in Teilgebiet 2 markierten Falter beim Wiederfang in einem anderen Gebiet. Dieses offensichtlich weniger geeignete Gebiet hat wenig Moorheide. Das Zentrum ist noch mehr oder weniger intaktes Hochmoor mit einem *Sphagnetum magellanici*, das von einem Waldgürtel (*Pino-Sphagnetum*) umgeben ist (GEIGER 1980). In diesem Wald wurden nie *C.p. europome* gesehen. Das Teilgebiet 4 ist teils verheidet, teils bewaldet. Die anderen Teilgebiete sind kleiner oder grössenteils bewaldet. Insbesondere das kleine Teilgebiet 7 ist vollständig bewaldet.

MEINEKE (1981) fand *C.p. europome* in Oberschwaben ebenfalls nur in verheidetem und offenem Hochmoor, jedoch nicht in Wald-Hochmooren oder Übergangsmooren. Nach ihm profitiert der Hochmoorgelbling von der kleinflächigen Torfnutzung und der beginnenden Verheidung, da so offene Bereiche mit lichtexponierten Beständen der Futterpflanze geschaffen werden. Im Tal von La Brévine traf dies bis vor kurzem wohl auch zu. Allerdings ist heute bei den einzelnen Teilgebieten durch den Torfabbau eine kritische Grösse erreicht oder schon unterschritten worden.

Zwischen den dadurch entstandenen Teilpopulationen besteht ein gewisser Austausch an Faltern. Im untersuchten Flugjahr 1983 wechselten etwa die Hälfte der Männchen und ein Viertel der Weibchen die Teilgebiete und wurden in den meisten Fällen in einem benachbarten Teilgebiet wiedergefunden.

Für den Genaustausch zwischen benachbarten Teilpopulationen und für die Wiederbesiedlung eines verlorengegangenen Habitats ist der Zeitpunkt eines Gebietswechsels wichtig. Weibchen müssen ein neues Gebiet finden, solange sie noch zur Eiablage befähigt sind. Männchen müssen in ein benachbartes Habitat fliegen, solange dort unbegattete Weibchen vorhanden sind. Die Weibchen werden vermutlich in den ersten Tagen nach dem Schlüpfen begattet. Es konnte nur eine Kopulation beobachtet werden; diese fand am 8. Juli statt. Die erste Eiablage wurde am 10. Juli festgestellt. Die Untersuchungen haben ergeben, dass die Falter die Gebiete vorwiegend zu einem Zeitpunkt wechseln, der günstig ist für einen Genaustausch zwischen den Lokalpopulationen.

Als Minimalareal für flugfähige Makrofauna (Evertebraten mit 10-50 mm Körperlänge) gibt HEYDEMANN (1981) 50-100 ha an. Diese Grösse wird durch alle Teilgebiete bei Le Cachot und La Châtagne zusammen bereits unterschritten. Aus dem Hochmoorinventar von Oberösterreich (FOLTIN 1955) ist ersichtlich, dass *C.p. europome* in Hochmooren, die kleiner als 10 ha sind, mit einer Ausnahme fehlen. Die hier untersuchten Teilgebiete sind einzeln sämtlich kleiner als 10 ha. Sie können vermutlich nur zusammen den Fortbestand der Population sichern. Die etwas grösseren Moore bei Le Cachot sollten vor jeder weiteren Abtorfung geschützt werden, insbesondere auch das Teilgebiet 1, das bis jetzt keinen Schutz geniesst.

ZUSAMMENFASSUNG

Bei *Colias palaeno europome* wurden Ortstreue und Gebietswechsel in den Teilgebieten eines inselartig zersplitteten Hochmoores verglichen. Dazu wurden die Falter individuell markiert und wiedergefangen.

Von 420 markierten Faltern wurden 272 wiedergefunden, 68% der Männchen und 59% der Weibchen. Die Distanzen zwischen Markierungs- und Wiederfundort waren im allgemeinen kleiner als 1.2 km. Je nach Untersuchungsgebiet betrug die Häufigkeit der Gebietswechsel 30% bis 100%. Dabei wurden Gebiete häufig verlassen, die klein oder stark bewaldet waren. Die Gebietswechsel wurden bei den Männchen vorwiegend zu Beginn, bei den Weibchen in der Mitte der Flugzeit beobachtet.

Die Zeitspanne zwischen Markierung und letztem Wiederfang betrug bei beiden Geschlechtern im Mittel ca. acht Tage.

RÉSUMÉ

La fidélité à un endroit particulier ainsi que les déplacements entre différentes aires d'une tourbière bombée morcelée en différentes zones ont été étudiés chez *Colias palaeno europome*. A cet effet, les papillons ont été marqués individuellement, relâchés et recapturés.

Sur les 420 papillons marqués, 272 ont été recapturés (68% de mâles et 59% de femelles). Les distances entre les lieux de capture et de recapture furent en général plus petites que 1.2 km. En fonction des zones étudiées, la fréquence des déplacements varie entre 30% et 100%, les zones de faibles dimensions ainsi que celles fortement boisées étant fréquemment délaissées par les papillons. Les déplacements des mâles eurent lieu principalement au début de la période de vol, et chez les femelles au milieu de celle-ci. Le laps de temps entre le marquage et la dernière recapture a été en moyenne, pour les deux sexes, d'environ huit jours.

LITERATUR

BERTSCH, K. 1921. Ein Schmetterling als Glazialrelikt. *Ent. Mitt.* 10: 11-15.

FOLTIN, H. 1955. Die Macrolepidopterenfauna der Hochmoore Oberösterreichs. *Z. Wien. ent. Ges.* 39: 98-115.

GEIGER, H. J. 1982. Biochemisch-genetische Untersuchungen zur Systematik und Evolution von Weisslingen des europäischen Faunengebietes. *Diss. Univ. Bern.*

GEIGER, H. J. und A. SCHOLL. 1981. Wiederfangversuche an markierten Alpengelblingen (*Colias phicomone* Esp., Lep., Pieridae). *Mitt. natf. Ges. Bern*, NF 38: 145-155.

GEIGER, W. 1980. Phytosociologie des landes de dégradation de la tourbière du Cachot (Jura neuchâtelois). *Doc. phytosoc.* 5: 291-304.

HEYDEMANN, B. 1981. Wie gross müssen Flächen für den Arten- und Ökosystemsenschutz sein? *Jb. Natursch. Landschaftspfl.* 31: 21-51 Greven.

MARSCHNER, H. 1921. *Colias palaeno* L., eine synoptische Behandlung seiner Formen. *Dt. Ent. Z.* 1: 1-24.

MEINEKE, J.-U. 1981. Zeitliche und räumliche Differenzierung von Lepidopteren in Moorkomplexen des Alpenvorlandes. *Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ.* 21: 133-144. Karlsruhe.

WATT, W. B., CHEW, F. S., SNYDER, L. R. G., WATT, A. G. and D. E. ROTHSCHILD. 1977. Population Structure of Pierid Butterflies. I. Numbers and Movements of Some Montane *Colias* Species. *Oecologia (Berl.)* 27: 1-22.